

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **137 358** (13) U1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[F28F 1/40 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.09.2018)
Пошлина: учтена за 2 год с 29.08.2014 по 28.08.2015(21)(22) Заявка: [2013140134/02](#), 28.08.2013(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.08.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.08.2013

(45) Опубликовано: [10.02.2014](#) Бюл. № 4

Адрес для переписки:

620027, г. Екатеринбург, ул. Шевченко, 9,
оф. 224, ООО "ЦПУ-Екатеринбург",
директору Пряничковой Т.Г. (для
Селивановой)

(72) Автор(ы):

Микула Владимир Анатольевич (RU),
Рыжков Александр Филиппович (RU),
Богатова Татьяна Феокистовна (RU),
Абаимов Николай Анатольевич (RU),
Шульман Владимир Львович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) ТЕПЛООБМЕННАЯ ТРУБА С ВНУТРЕННЕЙ ВСТАВКОЙ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области энергетики и может быть использована в теплообменных и теплопередающих устройствах, размещаемых на стенках топок и предназначенных, преимущественно, для высокотемпературного теплообмена газообразных сред. Технический результат - повышение интенсификации высокотемпературного теплообмена за счет равномерного распределения теплового излучения. Теплообменная труба имеет трубный корпус и плотно прилегающую к его внутренней стенке вставку в виде соединенных по оси радиальных пластин. Угол равномерного радиального размещения пластин одного диаметрального сектора вставки превышает угол равномерного радиального размещения пластин ее другого диаметрального сектора. В результате чего плотность пластин в двух диаметрально противоположных секторах трубы различна, т.е. количество радиальных пластин с одной стороны трубы в продольном направлении, по меньшей мере, на одну пластину меньше, чем с противоположной стороны. Для перемешивания потока и турбулизации в каждой пластине выполнены окна, равноудаленные от оси и образующие в продольном направлении трубы спираль, а для усиления указанного эффекта окна пластин снабжены направляющими поток створками, установленными наклонно к пластине. /1 н.п.ф., 2 з.п.ф., 2 илл./

Полезная модель относится к области энергетики и может быть использована в теплообменных и теплопередающих устройствах, размещаемых на стенках топок и предназначенных, преимущественно, для высокотемпературного теплообмена газообразных сред.

Одним из приоритетных направлений для энергетики является расширение использования твердых топлив и разработка энергоустановок, позволяющих делать это наиболее эффективно. Наиболее высокий электрический КПД обеспечивают парогазовые установки (ПГУ), работающие на горючем газе (чаще всего природном газе), однако, во-первых, объем запасов природного газа и нефти значительно сокращается, во-вторых, стоимость их в 6-8 раз выше, чем твердого топлива.

Перспективным направлением является ПГУ с газификацией твердого топлива (угля). Термическая эффективность установки зависит от способа подготовки рабочего тела для газотурбинной установки (ГТУ) и интеграции узла термохимической подготовки топлива в тепловую схему ПГУ. Одной из разновидностей ПГУ на твердом топливе является гибридная схема ПГУ на основе процессов термообработки угля и «внешнего» сжигания топлива.

Ключевым элементом в разрабатываемой схеме является воздушный котел. В топке воздушного котла сжигается твердое топливо и теплота от факела передается воздуху, протекающему внутри теплообменных труб, которые размещаются на стенках топки. Передний диаметральный сектор теплообменной трубы обогревается потоком излучения непосредственно от факела, а задний сектор - отраженным от стенок топки потоком излучения.

Температура в ядре факела при сжигании полукокса, получаемого в результате термообработки твердого топлива, может изменяться в пределах 1400-1700°C, поэтому критическим параметром для надежной работы воздушного котла служит уровень жаростойкости конструкционного материала труб. Для теплообменных труб актуально использование различных средств интенсификации внутреннего теплообмена, позволяющих обеспечить допустимый уровень температуры стенки металла при максимально возможном уровне теплового потока. Рабочая температура для наиболее жаропрочных хромистых сталей составляет 1000°C при максимальной температуре греющей среды 1200°C.

При вышеуказанном уровне температур греющей среды с наружной стороны трубы преобладает теплообмен излучением, а с внутренней стороны - теплообмен радиационно-конвективный, поэтому для интенсификации высокотемпературного теплообмена актуальным является применение средств, направленных не только на турбулизацию потока, но и на увеличение внутренней поверхности теплообмена.

Увеличение внутренней эффективной поверхности теплообмена может достигаться за счет внутренних вставок. При использовании вставки реализуется следующая схема теплообмена. Газы отдают теплоту стенкам трубы, в основном излучением, а труба переизлучает теплоту на вставку, при этом воздух, омывая внутреннюю поверхность трубы и поверхность вставки, получает теплоту конвекцией. В результате повышается температура подогреваемого воздуха и удельное тепловосприятие трубы, а также это позволяет снизить температуру стенок и термические напряжения.

Кроме того, использование вставок в теплообменных трубах, размещаемых на стенках топки воздушного котла, позволяет снизить металлоемкость. Толщина стенки наружной трубы, в случае использования в воздушных котлах, рассчитывается на разницу давлений воздуха и продуктов сгорания в десятки бар, а внутренняя вставка окружена со всех сторон воздухом с одним давлением и, не испытывая значительных механических напряжений, может иметь минимальную толщину.

Проведенное моделирование теплообмена в трубе с внутренней вставкой по программе ANSYS-SFX при температуре продуктов сгорания 1400°C показало, что для обеспечения допустимой температуры стенки трубы лучевоспринимающая поверхность вставки должна превышать внутреннюю поверхность гладкой трубы более чем в 5 раз. Этот факт исключает возможность использования для высокотемпературного теплообмена подавляющей части известных конструкций со вставками, например, труб с отстоящими от их стенок вставками в виде спиральных ленточных завихрителей (RU 2147110, 27.03.2000. RU 1223019, 30.03.1986. RU 1025988, 30.06.1983).

Известна теплообменная труба с внутренней вставкой по патенту GB 2280256, 25.01.1995, которая имеет трубчатый корпус и размещенную в нем вставку, выполненную из радиальных пластин, соединенных в центре. Пластины имеют спиральную форму вдоль всей длины вставки, периферийные утолщения пластин позволяют увеличить площадь контакта между вставкой и трубным корпусом, а для дополнительной турбулизации потока на пластинах выполнены выступы.

Известная конструкция предназначена для использования при конвективном теплообмене. В случае использования трубы, имеющей равномерное размещение пластин по периметру, в качестве теплообменного элемента на стенках топки, тепловое излучение будет распределяться неравномерно, т.е. передний

диаметральный сектор трубы, обращенный к факелу, будет получать больше теплового излучения, чем задний сектор, обращенный к обмуровке котла. В результате этого не оправдано завышается металлоемкость конструкции, увеличивается неравномерность температуры стенки трубы по периметру, что снижает надежность конструкции, в которой «лишние» пластины создают дополнительное аэродинамическое сопротивление, а следовательно повышенные затраты электроэнергии. Кроме того, выступы, дополнительно увеличивая металлоемкость конструкции, не увеличивают лучевоспринимающую поверхность, поскольку закрывают часть поверхности радиальных пластин.

Наиболее близким техническим решением, принятым за прототип, является теплообменная труба с внутренней вставкой по патенту JP 2004279021 (А), 07.10.2004, имеющая трубный корпус, к внутренней стенке которого плотно прилегает вставка, выполненная из равномерно размещенных по периметру радиальных продольных пластин, соединенных по оси трубы.

В прототипе отсутствуют элементы, затеняющие лучевоспринимающую поверхность пластин, однако, плотность размещения пластин по периметру трубы у него тоже равномерная. Поэтому при использовании прототипа для высокотемпературного теплообмена в топках, ему присущи те же недостатки аналога, а главное, невозможность обеспечить эффективный теплообмен из-за не равномерного распределения теплового излучения.

Задача, положенная в основу полезной модели, заключается в создании простой и надежной конструкции, обеспечивающей повышение эффективности высокотемпературного теплообмена при снижении металлоемкости и энергозатрат.

Технический результат - повышение интенсификации высокотемпературного теплообмена за счет равномерного распределения теплового излучения.

Указанный технический результат достигается тем, что в теплообменной трубе с внутренней вставкой, включающей трубный корпус и плотно прилегающую к его внутренней стенке вставку в виде соединенных по оси радиальных пластин, согласно полезной модели, угол равномерного радиального размещения пластин одного диаметрального сектора вставки превышает угол равномерного радиального размещения пластин ее другого диаметрального сектора. В результате чего плотность пластин в двух диаметрально противоположных секторах трубы различна, т.е. количество радиальных пластин с одной стороны трубы в продольном направлении, по меньшей мере, на одну пластину меньше, чем с противоположной стороны. Для перемешивания потока и турбулизации в каждой пластине выполнены окна, равноудаленные от оси и образующие в продольном направлении трубы спираль, а для усиления указанного эффекта окна пластин снабжены направляющими поток створками, установленными наклонно к пластине.

Сущность устройства поясняется примером выполнения теплообменной трубы с внутренней вставкой, имеющей 7 радиальных пластин, и сопровождающими чертежами, на которых представлены:

Фиг. 1 - поперечный разрез трубы;

Фиг. 2 - вставка трубы в изометрии.

Устройство имеет трубный корпус 1, в котором вплотную к его внутренним стенкам размещена вставка, состоящая из стержня 2 с радиальными пластинами 3, условно делящими трубу на две половины: верхнюю и нижнюю. В диаметральном секторе верхней половины под равными углами 45° размещены три пластины, а в нижнем под углами 60° - две пластины. В каждой радиальной пластине секторов на одинаковом расстоянии от оси по спиральной линии выполнены окна 4 с отогнутыми створками 5 для направления потока.

Теплообменную трубу устанавливают в топке так, что ее диаметральный сектор с меньшим количеством пластин был обращен к обмуровке 6 топки, а с большим - к факелу. Так как пластины 3 в секторе трубы, обращенном к факелу, располагаются более плотно, чем пластины 3 в секторе трубы, обращенном к обмуровке котла, теплообмен с наружной поверхностью труб осуществляется следующим образом.

Тепловое излучение от факела делится на части, первая часть попадает на диаметральный сектор труб с тремя пластинами 3, который обращен к факелу, а остальная часть, проходя в зазор между трубами, попадает на обмуровку 6 (тепловую изоляцию) котла. Тепловой поток, попавший на обмуровку 6, делится еще на две части, первая часть через обмуровку уходит в окружающую среду, а вторая попадает на диаметральный сектор труб с двумя пластинами 3, который обращен к обмуровке.

Доля теплового потока, попадающего на диаметральный сектор трубы с меньшим количеством пластин, будет зависеть, в основном, от расстояния между соседними трубами и степенью черноты труб и обмуровки. Однако величина этого теплового потока будет всегда ниже теплового потока попадающего на диаметральный сектор

трубы с большим количеством пластин, поскольку температура на внутренней поверхности обмуровки будет всегда ниже, чем у факела. Интенсивность лучисто-конвективного теплообмена с внутренней поверхности труб определяется количеством пластин в соответствующем секторе.

При этом часть потока, текущего между неравномерно расположенными по периметру трубы пластинами 3, проходит через образующие спираль окна 4 по направляющим поток створкам 5 в соседний канал, обеспечивая перемешивание и дополнительную турбулизацию потоков.

Плотный контакт пластин со стенкой трубного корпуса исключает возникновение вибрации при работе устройства. Количество радиальных пластин в диаметрально противоположных секторах (с разницей в одну и более) определяется плотностью теплового потока, излучаемого внутренней поверхностью соответствующего сектора.

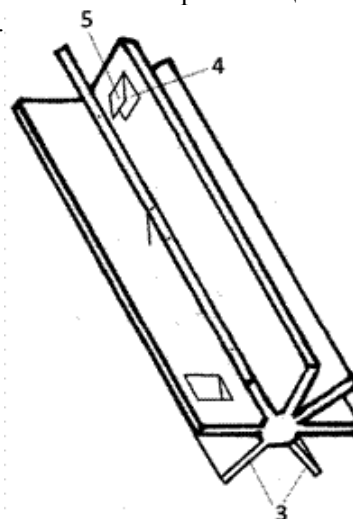
Предлагаемая конструкция теплообменной трубы с внутренней вставкой обеспечивает интенсификацию высокотемпературного теплообмена, позволяет увеличить надежность и долговечность устройства за счет выравнивания температуры трубы по периметру. Уменьшаются металлоемкость конструкции и затраты электроэнергии на подачу воздуха или иной нагреваемой газообразной среды, вследствие снижения аэродинамического сопротивления.

Формула полезной модели

1. Теплообменная труба с внутренней вставкой, включающая трубный корпус и плотно прилегающую к его внутренней стенке вставку в виде соединенных по оси радиальных пластин, отличающаяся тем, что угол равномерного размещения радиальных пластин в одном диаметрально секторе вставки превышает угол равномерного размещения радиальных пластин в ее другом диаметрально секторе.

2. Труба по п.1, отличающаяся тем, что в каждой пластине выполнены окна, равноудаленные от оси и расположенные в продольном направлении трубы по спирали.

3. Труба по п.2, отличающаяся тем, что окна пластин снабжены направляющими поток створками, установленными наклонно к пластине.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:

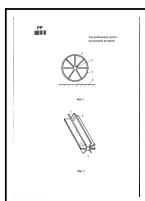


Описание:





Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **29.08.2015**

Дата публикации: [10.08.2016](#)